

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Grgur Kovačić

**RAZLIKE U FUNKCIONALNOM  
POKRETU IZMEĐU ATLETIČARA  
BACAČA, SKAKAČA I SPINTERA**

(diplomski rad)

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ljubomir Antekolović

Zagreb, rujan 2016.

## **Razlike u funkcionalnom pokretu između atletičara bacača, skakača i sprintera**

### **Sažetak:**

Glavni cilj ovog rada je utvrditi da li postoje razlike u funkcionalnom pokretu između atletičara bacača, skakača i sprintera na uzorku od 54 atletičarke i atletičara (17 – 34 godine, 19 Ž i 35 M) na području grada Zagreba. Za potrebe ovog istraživanja korišteno je 7 testova iz FMS metodologije s ciljem utvrđivanja trenutnog stanja funkcionalnog pokreta. Mann – Whitney U - test je potvrdio statistički značajnu razliku u testu prekorak između atletičara bacača i skakača u kojem su atletičari skakači pokazali značajno više rezultate od atletičara bacača. Uzrok tome može biti veća stabilnost koraka i pokretljivost kukova u sagitalnoj ravnini koju više zahtijevaju tehnike skokova nego tehnike bacanja u atletici. Velik broj ponavljanja jednakih kretnih struktura jednom rukom, nogom i stranom tijela je češći kod atletičara bacača, što može dovesti do razvoja asimetrija u lokomotornom sustavu, te posljedično niže ocjene u testu prekorak.

**Ključne riječi:** atletika, funkcionalni pokret, FMS

# **Differences in functional movement between throwing, jumping and sprinting athletes**

## **Summary:**

Athletics is one of the most popular sports in the world. It contains running, jumping, throwing and combined events. The aim of this study was to assess differences in functional movement between throwers, sprinters and jumpers (n=54, 17-34 years). The Functional Movement Screen (FMS<sup>TM</sup>) was used to assess functional movement in seven fundamental movement patterns. The study showed that a significant difference between throwers and jumpers exists only in one functional movement pattern (hurdle step), but not in other FMS tests. This difference in FMS results can be explained with higher demand of postural stability and hip mobility in sagittal plane which is more frequent in the jumpers' events and trainings than in throwers'. The results of the study need to be considered while implementing data into practical usage and while using FMS as a diagnostic tool among athletes in athletics.

**Key words:** athletics, functional movement, FMS

# SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>Uvod .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.</b>	<b>Atletske discipline.....</b>	<b>7</b>
1.1.1.	Trkačke discipline .....	7
1.1.2.	Bacačke discipline.....	8
1.1.3.	Skakačke discipline .....	9
1.1.4.	Višeboj .....	10
<b>1.2.</b>	<b>FMS metodologija istraživanja .....</b>	<b>11</b>
1.1.5.	Opis testova .....	11
<b>2.</b>	<b>Dosadašnja istraživanja .....</b>	<b>17</b>
<b>3.</b>	<b>Cilj diplomskog rada .....</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>Metode rada.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.</b>	<b>Uzorak ispitanika .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4.</b>	<b>Uzorak varijabli.....</b>	<b>20</b>
1.1.6.	Duboki čučanj – DČ .....	20
1.1.7.	Prekorak – PR.....	22
1.1.8.	Iskorak na liniju – INL .....	23
1.1.9.	Dohvatni test pokretljivosti ramena – DTPR .....	25
1.1.10.	Aktivno podizanje noge – ASLR .....	26
1.1.11.	Sklek – SK.....	27
1.1.12.	Rotacijska stabilnost – ROT .....	28
<b>4.3.</b>	<b>Metode obrade podataka .....</b>	<b>30</b>
<b>5.</b>	<b>Rezultati i rasprava .....</b>	<b>31</b>
<b>6.</b>	<b>Zaključak .....</b>	<b>35</b>
<b>7.</b>	<b>7. Literatura .....</b>	<b>36</b>

## 1. Uvod

Atletika je jedna od temeljnih i najraširenijih sportskih grana. Obuhvaća trkačke, bacačke, skakačke discipline i višeboj. Zbog svoje sveobuhvatnosti zovemo je, što atletika istinski i jest, kraljica sportova! Atletskim vježbama razvija se fizička snaga, izdržljivost, brzina i okretnost, a učvršćuju se svojstva volje kao sto su hrabrost, odlučnost i upornost. (Antekolović, Ljubičić, Baković, 2014). Atletika spada u bazične sportove i kao takva sadrži brojne elemente koji su uklopljeni u većinu ostalih sportova. Iz tog razloga se atletska metodologija treninga često primjenjuje kao baza ili nadopuna u pripremi sportaša različitih sportova. Atletske sadržaje vrlo često odabiru i rekreativci u svrhu podizanja općeg psihofizičkog stanja. Zbog visoke zastupljenosti prirodnih oblika kretanja kao što su hodanje, trčanje, bacanje, skakanje i dr., atletika je prilično zastupljena u obrazovnom procesu u sklopu nastave tjelesne i zdravstvene kulture. Od 1896. godine atletika je uključena u redovni program Olimpijskih igara.

Iznimni fizički naponi potrebni za ostvarivanje vrhunskih rezultata često dovode do ozljeda iako atletika nije kontaktni sport. Ruptura mišića (17%) je najučestalija ozljeda kod atletičara, a zatim slijede sindrom prenaprezanja (14%) i istegnuće mišića (13%). Mišići stražnje strane natkoljenice (19,89%) i stopalo (19,35%) su najčešći zahvaćeni anatomske lokaliteti ozljeda (Antekolović, Ljubičić, Baković, 2014). Da bi atletičar bio uspješan potrebna je kombinacija prirodnog talenta i kontinuiranog, programiranog i zahtjevnog treninga od ranih uzrasta. Fizička priprema ima ključnu ulogu u postizanju vrhunskih rezultata u atletici. Jednako tako, fizička priprema može imati ulogu u prevenciji ozljeda i omogućiti dužu karijeru. Za očekivati je da će fizički bolje pripremljen atletičar lakše podnijeti kontinuirani stres koji donose mnogobrojni treninzi i natjecanja. Osim fizičke pripreme, u prevenciji ozljeda važno mjesto ima i pravilna tehnika izvođenja tehničkih elemenata. Ona omogućuje ekonomičnije kretanje i ravnomjernu raspodjelu opterećenja po lokomotornom sustavu kako bi se spriječile akutne i kronične ozljede uzrokovane pretjeranim stresom na pojedine dijelove kinetičkog lanca. Dužnost trenera je uočiti nedostatke u kvaliteti izvedbe tehničkih elemenata kako bi se spriječile potencijalne ozljede i unaprijedila izvedba.

FMS dijagnostika u zadnje vrijeme zauzima sve više prostora u sportskoj i kliničkoj praksi. FMS (*engl. Functional Movement Screen*) je sustav kojim provjeravamo funkcije bazičnih pokreta putem sedam testova koje je inovirao američki fizioterapeut Gray Cook sa suradnicima. Cilj FMS-a je provjera funkcionalnog pokreta i pronalaženje disfunkcija

odnosno ograničenja kako bi se dobio globalan uvid u funkcionalni pokret (Cook i sur., 2006). Drugim riječima, dobiva se uvid u kvalitetu izvedbe pokreta i motoričkoj kontroli selektiranih testova. Informacije dobivene FMS testovima sportašima i trenerima mogu poslužiti kao smjernica za daljnje planiranje i programiranje treninga u smjeru unaprjeđenja kapaciteta i izvedbe, ili u smjeru otklanjanja utvrđenih deficita s ciljem prevencije ozljede. FMS je svojevrstan «filter» koji nam daje sliku o globalnoj funkciji i služi kao usko grlo koje nam pruža smjer u kojem bi trebala krenuti detaljna procjena.

Ovim radom će se ispitati funkcionalni pokret pomoću sedam FMS testova kod atletičarki i atletičara bacača, trkača i skakača kako bi se utvrdile razlike između pojedinih skupina s ciljem pronalaženja deficita u funkcionalnom pokretu. Na uzorku od 121 atletičara Chapman je dokazao kako atletičari s većim rezultatom u FMS testiranju pokazuju napredak u rezultatima tokom sezone, dok atletičari s nižim rezultatima u FMS testiranju pokazuju stagnaciju ili pad rezultata (Chapman i sur., 2014).

Iako nije osmišljen kao alat za predikciju ozljeda nego kao sredstvo za uvid u funkcionalnost bazičnih pokreta, dosadašnja istraživanja su pokazala da je FMS dijagnostički sustav pouzdan alat za procjenu rizika od nastanka ozljede (Bonazza i sur., 2016).



Slika 1. Sara Kolak - olimpijska pobjednica u bacanju koplja, Rio 2016.

## **1.1. Atletske discipline**

Atletika je zasigurno najrašireniji sport na svijetu. Vrste i nivoi natjecanja su brojni. Prema dobi natjecatelja razlikujemo predškolska i školska natjecanja, srednjoškolska i studentska, pa sve do natjecanja veterana u različitim kategorijama. Prema nivou natjecanja postoje amaterska natjecanja za građane i rekreativce, pa sve do profesionalnih natjecanja. Kvalitativni vrhunac atletike su Olimpijske igre, koje su uvijek do sada u povijesti imale u programu neko od atletskih natjecanja. Prema kvaliteti se ističu sljedeća atletska natjecanja:

- Atletika na Olimpijskim igrama
- Svjetska prvenstva u atletici
- Europska prvenstva u atletici
- Atletska prvenstva SAD-a
- Dijamantna liga

Prema pravilima Međunarodne atletske federacije IAAF (2015) atletske discipline dijelimo na trkačke, bacačke, skakačke i višeboj:

### **1.1.1. Trkačke discipline**

Trkačke discipline su podijeljene u nekoliko podskupina prema dužini koju natjecatelji moraju savladati. Svaka od njih ima svoje specifičnosti što se tiče motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, tehnike i taktike. Dijelimo ih na:

- Kratke pruge ili sprint: utrke na dionicama do 400 m. Uobičajene dionice su: 60 m (uglavnom u dvorani), 100 m, 200 m i 400 m
- Srednje pruge: trkačke discipline na udaljenosti od 800 do 3000 m. Uobičajene dionice: 800 m, 1500 m, 3000 m
- Duge pruge: trkačke discipline na udaljenosti veće od 5000 m. Uobičajene dionice: 5000 m i 10000 m, te maraton
- Štafete: ove utrke uključuju nastup po 4 natjecatelja iz jedne ekipe, koji naizmjenično trče pojedine dionice izmjenjujući štafetnu palicu. Uobičajene štafete: 4x100 m, 4x400

m

- Preponske utrke: uključuju tzv. visoke prepone (60 m prepone u dvorani, 100 m prepone žene, 110 m prepone muškarci), zatim tzv. niske prepone (400 m prepone) te zapreke (2000 i 3000 m zapreke)
- Brzo hodanje: uključuje dionice 10 km, 20 km, 50 km.

### **1.1.2. Bacačke discipline**

#### *Koplje*

Bacanje koplja je složeno pravolinijsko kretanje bacača koje se dijeli na zalet i izbačaj. Zalet se nadalje dijeli na pripremni dio i završni za koji je specifično da se izvodi križnim koracima. Dužina zaleta za muškarce i žene iznosi između 25-30 metara ovisno o sposobnostima i tehnicima bacanja pojedinih natjecatelja. Da bi postigao maksimalnu brzinu u bacanju koplja, bacač mora pravilno balansirati tri komponente: brzinu, tehniku i snagu.

#### *Kugla*

Bacanje kugle je atletska disciplina u kojoj bacač nastoji baciti kuglu što dalje. Ova atletska disciplina služi za razvijanje snage, brzine, specifične izdržljivosti i okretnosti. Osim bacanja koje je propisano atletskim pravilima, kugla se može bacati na razne načine. Pri tome u skladu sa uzrastom natjecatelja, upotrebljava se kugla različite težine.

#### *Disk*

Bacanje diska je atletska disciplina s rotacijskim kretanjima kojim bacač nastoji baciti spravu što dalje. Bacanje diska razvija snagu, brzinu okretnost i preciznost kretanja na bacalištu pa se i danas upotrebljava kao sredstvo za razvijanje učenikovih sposobnosti.

#### *Kladivo*

Bacanje kladiva pripada grupi acikličkih kretanja sa ekstremno kompleksnom strukturom. Sastoji se od nekoliko faza: početno izmahivanje sprave, okreti sa spravom i izbačaj. Okreti se nadalje dijele na jednouporne i dvouporne faze, a izbačaj na fazu



djelovanja na spravu gornjim ili donjim dijelovima tijela bacača.

### **1.1.3. Skakačke discipline**

#### *Skok u dalj*

Skok u dalj je atletska disciplina, na programu već na prvim modernim Olimpijskim igrama u Ateni 1896. godine. Postoji pet glavnih faza skoka u dalj: horizontalni zalet, posljednja dva koraka, odraz, pokreti u zraku i doskok. Brzina u zaletu, dolazak na odraznu dasku i eksplozivni odraz s daske su osnova za uspješan skok u dalj. Pošto je brzina jedan od ključnih faktora u duljini skoka, ne čudi što su skakači u dalj često dobri sprinteri.

#### *Troskok*

Troskok se sastoji od nekoliko faza : 1) zalet 2) poskok 3) korak 4) skok 5) doskok. Faza zaleta početna je faza troskoka. Zaletom se postiže optimalna brzina potrebna za ostvarivanje vrhunskog rezultata. Tijekom izvođenja faze poskoka, skakač mora proizvesti vertikalnu brzinu uz što manji gubitak horizontalne brzine. Tijekom faze koraka i skoka skakač treba minimizirati gubitak horizontalne brzine i optimalno se pripremiti za fazu doskoka. Faza doskoka zadnja je faza troskoka. Kao i kod skoka u dalj cilj je doseći stopalima odnosno petama stopala što je dalje moguće.

#### *Skok u vis*

Skok u vis atletska je disciplina u kojoj natjecatelj mora skočiti preko vodoravno položene letvice na točno određenoj visini bez ikakvih pomagala. S vremenom su natjecatelji razvili različite učinkovite tehnike skoka. Skok u vis se sastoji od faze zaleta, odraza i prelaska preko letvice. Danas gotovo svi skakači koriste leđnu tehniku koju je osmislio Dick Fosbury, a često je nazivamo i «fosbury flop».

#### *Skok s motkom*

Skok s motkom je atletska sportska disciplina koja podrazumijeva upotrebu savitljive motke kako bi se preskočila letvica postavljena na što većoj visini. Skakanje s motkom poznavali su drevni Grci, kao i Krećani i Kelti. Skok motkom je jedina disciplina u kojoj se upotrebljava pomagalo kako bi se preskočila određena visina. Skok s motkom je dio

olimpijskog programa od prvih Olimpijskih igara 1896. Skok motkom za žene je postala olimpijska disciplina u Olimpijskim igrama 2000.

#### **1.1.4. Višeboj**

##### *Sedmoboj*

Sedmoboj ili heptatlon je atletski višeboj koji se sastoji od sedam disciplina (na grčkom «hepta» znači broj sedam, a «athlon» znači natjecanje). Postoje dvije forme sedmoboja:

- sedmoboj za žene, koji se odvija u dva dana po sljedećem rasporedu:
  - prvi dan: 100 m prepone, skok u vis, bacanje kugle, 200 m,
  - drugi dan: skok u dalj, bacanje koplja, 800 m.
- sedmoboj u dvorani za muškarce, što je skraćeni oblik desetoboja:
  - prvi dan: 60 m, skok u dalj, bacanje kugle, skok u vis,
  - drugi dan: 60 m s preponama, skok s motkom, 1000 m.

##### *Desetoboj*

Desetoboj je atletski višeboj za muškarce uveden 1884. godine u SAD-u. Na Olimpijskim igrama desetoboj je prvi put na rasporedu na Igrama u Stockholmu 1912. Natjecanje traje dva dana. Prvog dana atletičari počinju utrkom na 100 m, zatim slijedi skok u dalj, bacanje kugle, skok u vis i 400 m. Drugog dana natjecanje započinje utrkom na 110 m s preponama, zatim slijedi bacanje diska, skok s motkom, bacanje koplja, i na kraju, kao posljednja disciplina natjecanja, 1500 m. Prema specijalnim tablicama Međunarodne atletske federacije (IAAF), rezultati se pretvaraju u bodove i zbrajaju. Pobjednik je, jasno, atletičar s najvećim brojem bodova.

## **1.2. FMS metodologija istraživanja**

Functional Movement Screen (FMS<sup>TM</sup>) je dijagnostički instrument koji je namijenjen za procjenu deficita u pokretljivosti i stabilnosti funkcionalnog pokreta (Cook i sur., 2006). FMS uključuje sedam testova: duboki čučanj (DČ), prekorak (PR), iskorak na liniju (INL), pokretljivost ramena (PR), aktivno podizanje pružene noge (ASLR), sklek (SK) i rotacijsku stabilnost (RS). FMS je koristio osposobljeni mjeritelj koristeći standardizirani protokol. Svaki od ispitanika je imao pravo na tri pokušaja izvođenja testa. Svaki test se ocjenjivao na skali od 0-3, gdje je veća ocjena ukazivala na bolji rezultat odnosno kvalitetniju izvedbu pokreta. Ocjena 0 je zabilježena ukoliko je netko od ispitanika osjetio bol tijekom izvođenja testa. Za svaki test se bilježila samo najveća ocjena od tri pokušaja. Na taj način je dobiven pojedinačni FMS rezultat za svaki test. Sveukupni FMS rezultati su izračunati za svakog ispitanika posebno, gdje je teoretski bilo moguće postići najviše 21 bod u sveukupnom FMS rezultatu poštujući standardizirani protokol i smjernice (Cook i sur., 2006).

### **1.1.5. Opis testova**

#### **Duboki čučanj - DČ**

Duboki čučanj je sastavni dio mnogih funkcionalnih pokreta. Predstavlja potpunu koordinaciju pokretljivosti ekstremiteta i stabilnosti trupa pri simetričnoj poziciji kukova i ramena. Iako duboki čučanj nije dio svakodnevnih pokreta kod većine osoba, niti dio većine sportskih pokreta, aktivni pojedinci ipak trebaju određene elemente dubokog čučnja. Čučanj s opterećenjem se u atletici često koristi kao fundamentalna vježba za razvoj različitih oblika snage i jakosti.

U dubokom čučnju je dobro predstavljena pokretljivost ekstremiteta, posturalna kontrola, stabilnost trupa i zdjelice. Duboki čučanj je pokret koji izaziva mehaničku i neuromuskularnu kontrolu cijelog tijela ako se izvodi pravilno. Koristi se kako test bilateralne, simetrične, funkcionalne pokretljivost i stabilnost kukova, koljena i gležnjeva.

Drška koja se drži iznad glave zahtjeva bilateralnu, simetričnu pokretljivost i stabilnost ramena, lopatične regije i torakalne kralježnice. Zdjelica i trup moraju osigurati stabilnost i kontrolu kroz cijeli pokret kako bi se ostvarila željena forma.

## Implikacije testa duboki čučanj

- Ograničena pokretljivost u gornjem dijelu trupa može biti uzrokovana lošom pokretljivošću ramena (glenohumeralnog zgloba) ili torakalne kralježnice, ili oboje.
- Ograničena pokretljivost u donjim ekstremitetima, uključujući slabu dorzalnu fleksiju gležnjeva ili slabu fleksiju u koljenima i kukovima, mogu doprinijeti lošem rezultatu.
- Loš rezultat može biti i posljedica loše stabilizacije i kontrole

## Prekorak - PR

Prekorak je integralni dio lokomocije i ubrzanja. Iako se u većini aktivnosti ne događa ovako veliki prekorak, ovaj test će nam ukazati na kompenzacije i asimetrije u funkciji koraka. Prekorak ispituje mehaniku tijela kod faze koraka i zamaha dok se testira stabilnost i kontrola kod jednonožnog stava.

Ovaj pokret zahtjeva pravilu koordinaciju i stabilnost među kukovima dok jedna noga održava težinu tijela, a druga se slobodno pomiče. Zdjelica i trup moraju započeti i održavati stabilnost i posturalnu kontrolu dok se događa prekorak. Ruke miruju dok drže šipku na ramenima omogućujući ispitivaču provjeru reakcija gornjeg dijela tijela prilikom prekoračka.

Prekomjerni pokreti u gornjem dijelu tijela smatraju se kompenzacijom; isti se ne vide ako je zadovoljena potrebna funkcionalna pokretljivost, stabilnost i posturalna kontrola. Prekorakom ispituje bilateralnu pokretljivost i stabilnost kukova, koljena i gležnja, a također i stabilnost i kontrolu zdjelice. Test pruža i uvid u moguće asimetrije.

## Implikacije testa prekorak

- Problemi mogu biti uzrokovani lošom stabilnošću stajne noge ili lošom pokretljivošću prekoračne noge.
- Glavna stvar koju uzimamo u obzir je da se ne testira pojedini segment nego se uzima cijeli pokret. Uspješno izvođenje maksimalne fleksije kuka na jednoj nozi dok je druga opružena u kuku zahtjeva određenu razinu bilateralne, asimetrične pokretljivosti kuka i dinamičke stabilizacije.

## Iskorak na liniju - INL

Iskorak na liniju je sastavnica deceleracijskih pokreta i promjena smjera kretanja tijekom vježbanja, aktivnosti i sporta. Iako je iskorak na liniju zahtjeva veći opseg pokreta i veću razinu kontrole nego što zahtjeva većina aktivnosti i situacija, daje nam uvid u funkciju desne i lijeve strane u osnovnom obrascu kretanja. Namjena mu je dovesti tijelo u poziciju u kojoj se mora savladati simulirani stres koji se javlja kod rotacija, usporavanja i lateralnih kretanja. Uska baza zahtjeva visoku statičku stabilnost na samom početku testa, a zatim i kontinuiranu dinamičku kontrolu zdjelice i trupa pri asimetričnom položaju kukova.

Iskorak na liniju dovodi donje ekstremitete u poziciju iskoraka dok su gornji ekstremiteti u suprotnom ili recipročnom položaju. Taj položaj predstavlja prirodnu protutežu koju gornji i donji ekstremiteti koriste kako bi komplementirali jedni druge, što zahtjeva i stabilizaciju kralježnice. Ovaj test također testira pokretljivost i stabilnost kuka, koljena, gležanja i stopala, dok u isto vrijeme višezglobni mišići kao *m. latissimus dorsi* i *m. rectus femoris* moraju pokazati određenu razinu fleksibilnosti.

### Implikacije testa iskorak na liniju

- Pokretljivost gležnja, koljena i kuka mogu biti neadekvatni kod bilo koje noge
- Dinamička stabilnost je možda neadekvatna da bi se izveo test
- Moguća su ograničenja u torakalnoj kralježnici koja onemogućuju izvođenje testa

### Dohvatni test pokretljivosti ramena - DTPR

Dohvatni test pokretljivosti ramena predstavlja prirodni komplementarni ritam lopatično-torakalne regije, torakalne kralježnice i prsnog koša tokom suprotnog pokreta u ramenu gornjih ekstremiteta. Iako puni opseg pokreta dohvatnog testa nije uobičajena situacija u osnovnim aktivnostima, on koristi svaki segment do njegove granice aktivne kontrole, ostavljajući malo mjesta za kompenzacije. Oduzimajući kompenzacije dobivamo jasan pogleda na mogućnosti pokreta.

## Implikacije dohvatnog testa pokretljivosti ramena

- Najočitiije je široko prihvaćeno objašnjenje povećane vanjske rotacije nauštrb smanjene unutarnje rotacije kod sportaša bacača. Iako je tvrdnja istinita do neke mjere, to nije prva stvar koju se uzima u obzir. Stabilnost lopatice ovisi o torakalnoj mobilnosti. To bi trebao biti primarni fokus.
- Pretjerano korištenje i skraćenosť *m. pectoralis minora*, *m. latissimusa* i *m. rectus abdominusa* može prouzročiti protrakciju ramena. Ovaj posturalni problem uzrokuje nedovoljnu pokretljivost glenohumeralnog zgloba i lopatice.
- Lopatično-torakalna disfunkcija može biti prisutna i rezultirati smanjenom glenohumeralnom pokretljivošću i sekundarno slaboj lopatično-torakalnoj mobilnosti ili stabilnosti. Ovaj test zahtjeva asimetrični pokret jer ruke putuju u suprotnim smjerovima. Test zahtjeva dohvat objema rukama uz istovremenu posturalnu kontrolu i stabilnost trupa.

## Aktivno podizanje noge - ASLR

Aktivno podizanje noge se može činiti kao najmanje funkcionalan test, ali ne treba se zavarati njegovom jednostavnošću. Ovaj pokret ne identificira samo aktivnu pokretljivost flektiranog kuka nego uključuje i početnu i kontinuiranu stabilnost trupa tokom izvođenja pokreta, kao i ekstenziju suprotnog kuka. Ovo je više test sposobnosti odvajanja pokreta donjih ekstremiteta nego što je test fleksije kuka na jednoj strani. Najčešći razlog neuspješno izvedenog testa je smanjena fleksibilnost višezglobnih mišića.

Kompleks glutealno - iliotibialne sveze i zadnja loža su strukture koje najviše mogu ograničavati sposobnost izvođenja ovog pokreta. Limitiranost ekstenzije je najčešće uzrokovana skraćenim *m. ilopsoasom* i drugim mišićima s prednje strane zdjelice. Ovaj test ispituje sposobnost pokretanja donjih ekstremiteta uz zadržavanje adekvatne stabilnosti u trupu i zdjelici. Pokret također ispituje fleksibilnost zadnje lože i stražnje strane potkoljenice, dok se održava stabilna zdjelica i aktivna ekstenzija suprotne noge.

## Implikacije testa aktivno podizanje noge

- Kontrola zdjelice možda nije dovoljna za izvedbu pokreta.
- Ispitanik možda nema dovoljnu pokretljivost suprotnog kuka u ekstenziji.

- Ispitanik možda ima neadekvatnu funkcionalnu pokretljivost zadnje lože noge koju podiže.
- Kombinacija nekog od navedenih faktora će se pokazati ukoliko ispitanik ima relativnu bilateralnu, asimetričnu pokretljivost kuka. Noga koja se ne pomiče mora održati stabilnost, automatski zadatak, dok noga koja je u pokretu mora ostvariti pokretljivost, svjesni zadatak.

## Sklek - SK

Test skleka je jedinstvena verzija često prisutne vježbe odguravanja. Koristi se kao osnovni test za procjenu refleksne stabilizacije trupa, i nije test za provjeru snage gornjeg dijela tijela. Cilj je započeti pokret gornjim ekstremitetima u obliku skleka bez pokreta u kralježnici ili u kukovima.

Ekstenzija i rotacija su dva najčešća načina kompenzacije. Ove kompenzacije upućuju da se glavni pokretači u pokretu skleka ne aktiviraju pravilnim redoslijedom - nakon stabilizatora.

Test skleka ispituje mogućnost stabilizacije kralježnice u sagitalnoj ravnini za vrijeme zatvorenog kinetičkog lanca pri simetričnom pokretu guranja.

## Implikacije testa sklek

- Ograničena izvedba pokreta može biti rezultat loše refleksne stabilizacije trupa.
- Ograničena snaga gornjeg dijela tijela ili loša lopatična stabilnost mogu biti također uzrok lošeg rezultata
- Ograničena pokretljivost kuka i torakalne kralježnice mogu biti uzrok zauzimanja loše startne pozicije što dovodi do loše izvedbe zadatka

## Rotacijska stabilnost - ROT

Svrha testa rotacijske stabilnosti je promotriti zdjelicu, trup i rameni obruč u više ravnina tokom kombinacije pokreta gornjih i donjih ekstremiteta. Ovaj pokret je kompleksan i zahtjeva visoku neuromuskularnu koordinaciju i prijenose sila duž trupa.

## Implikacije testa rotacijska stabilnost

- Limitirana izvedba tokom testa ukazuje na lošu posturalnu stabilizaciju trupa
- Loša izvedba također može biti zbog ograničene lopatične stabilizacije i ograničene stabilizacije u kuku
- Limitirana pokretljivost u koljenu, kuku, kralježnici te ramenu može smanjiti sposobnost izvedbe ovog zadatka



## 2. Dosadašnja istraživanja

Lysholm i Wiklander (1987) su pratili 60 atletičara tokom jedne sezone kako bi zabilježili pojavnost ozljeda. Dogodilo se 55 ozljeda kod 39 atletičara. U retrospektivnoj analizi uzroka ozljede kao najčešći uzrok se navodi greška na treningu kao jedini faktor ili u kombinaciji s drugim faktorima (72%). Utvrdili su i kako smanjena fleksibilnost mišića stražnje lože može biti rizičan faktor za nastanak ozljede. FMS testom aktivno podizanje noge mogu se utvrditi mogući nedostaci u fleksibilnosti mišića stražnje lože i pregibača kukova, kao i u kontroli trupa prilikom pomicanja ekstremiteta u svrsi prevencije ozljeda i kvalitetnijeg programiranja treninga.

Renstrom (1993) u svom radu ukazuje na visoku učestalost ozljeda kod trkača uzrokovanih preopterećenjem pojedinih dijelova kinetičkog lanca. Kao moguće uzroke nastanka ozljeda navodi ograničenu fleksibilnost, mišićnu slabost i disbalans, deficite u neuromuskularnoj koordinaciji i disfunkcije u kinetičkom lancu. Iz navedenih razloga autor upućuje da je kod dijagnostike i prevencije potrebno tražiti uzroke u simetriji posture i hoda, u dinamičkoj i statičkoj kontroli i funkciji. Cijeli kinetički lanac bi se trebao dobro pregledati kako bi se otkrili potencijalni faktori za razvoj disfunkcije i ozljede.

Loudon i suradnici (2014) su na uzorku od 43 trkača na duge staze (16 žena i 27 muškaraca) odredili srednje vrijednosti u FMS rezultatima. Osim srednjih vrijednosti, ispitali su razlike između trkača mlađih i starijih od 40 godina, kao i razlike između spolova. U ukupnom rezultatu nisu dobili statistički značajne rezultate između spolova, ali u testovima sklek i aktivno podizanje noge žene su pokazale statistički značajno više rezultate. Statistički značajna razlika se pojavila i između mlađih i starijih trkača gdje su mlađi trkači pokazali bolje rezultate u testovima sklek, iskorak na liniju, i prekorak. Ova studija je ponudila referentne vrijednosti za FMS rezultate kod trkača na duge pruge i ukazala da stariji trkači imaju lošije rezultate u testovima koji zahtijevaju višu razinu ravnoteže i stabilnosti (iskorak na liniju i prekorak), što upućuje na to da bi starija populacija trkača mogla imati koristi od vježbi stabilnosti i ravnoteže.

Anderson, Neumann i Huxel Bliven (2015) su istraživali razlike između spolova u FMS rezultatima na uzorku od 60 zdravih sportašica i sportaša srednjih škola. Rezultati su pokazali da su muški sportaši imali viši ukupan rezultat od ženskih sportašica. Sportašice su pokazale i niže rezultate od sportaša u testovima iskorak na liniju i sklek. Ispitanici u ovom

istraživanju dolaze iz različitih sportova i različitih razina natjecanja, stoga bi se rezultati ovog istraživanja trebali razmatrati sa oprezom.

Na uzorku od 84 muška atletičara, trkača na duge staze, ispitalo se da li FMS može predvidjeti ozljede kod natjecatelja trkača. Svaki od ispitanika je testiran FMS protokolom od sedam testova prije početka sezone. Evidentirala se učestalost ozljeda zbog kojih su ispitanici morali pauzirati četiri tjedna kroz vremenski period od šest mjeseci. Rezultati su pokazali kako ukupni rezultat FMS testa nema statistički značajnu snagu za predviđanje ozljeda, dok rezultat u testu duboki čučanj i aktivno podizanje noge imaju statistički visoku značajnost u predviđanju ozljeda kod trkača (Hotta i sur., 2015).

U sustavnom pregledu i meta analizi FMS studija, koju su proveli Bonazza i sur. (2016), uključeno je jedanaest studija za pouzdanost, pet studija za dijagnostičku valjanost i devet studija koje su proučavale prognostičku valjanost. Rezultati studije su pokazali da FMS ima izvrsnu međumjeriteljsku i unutarmjeriteljsku pouzdanost. Ispitanici s ukupnim rezultatom  $\leq 14$  imaju značajno veću mogućnost ozljede od ispitanika s višim vrijednostima. I dalje postoje sumnje u FMS pouzdanost.

### **3. Cilj diplomskog rada**

Cilj rada je ispitati razinu funkcionalnog pokreta kod atletičara bacača, skakača i sprintera pomoću "Functional Movement Screen" (FMS) testova radi utvrđivanja nedostataka i razlika između grupa atletičara.

## **4. Metode rada**

### **1.3. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika čine 54 atletičarke i atletičara (19 Ž i 35 M), aktivnih natjecateljki i natjecatelja u kategorijama starije juniorke i juniori (n=27) i seniorke i seniori (n=27), dob 17-34 godina, članice i članovi atletskih klubova grada Zagreba. U skupini bacača je 13, u skupini skakača 19 i u skupini sprintera 22 atletičarke i atletičara. Svi ispitanici su bili bez zdravstvenih problema. Protokol i provedba istraživanja odobrena je od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

### **1.4. Uzorak varijabli**

Uzorak varijabli čini sedam testova iz FMS protokola.

#### **1.1.6. Duboki čučanj – DČ**

##### **Opis**

U početnoj poziciji koju ispitanik zauzima vanjski rubovi stopala su poravnati s vanjskim rubom ramena. Stopala trebaju biti postavljena u sagitalnoj ravnini bez vanjske rotacije. Ispitanik stavlja šipku na zatiljak i postavlja dlanove na šipku tako da kut u laktu bude približno devedeset stupnjeva. Nakon toga ispitanik potiskuje šipku ravno iznad glave. Ramena su flektirana i abducirana, a laktovi potpuno ekstenrirani. Ispitaniku se zadaje uputa da se polagano spusti u najdublju poziciju čučnja s petama na podu, glavom i prsima usmjereni prema naprijed i šipkom maksimalno potisnutom iznad glave. Koljena trebaju biti ravno iznad stopala bez valgus pozicije.

Test se izvodi tri puta, ali ako inicijalni pokušaj ne zadovoljava kriterij za trojku, nema potrebe ponavljati test. Ako nije zadovoljen neki od kriterija za ocjenu tri, ispitanika upućujemo da stavi pete na dasku koju koristimo u testiranju tako da su pete povišene na dasci, a prednji dio stopala na podu. Ispitanik ponovno izvodi pokret s petama na povišenju, ako neki od kriterija za ocjenu dva nisu ispunjeni, ispitanik dobiva ocjenu jedan.

## Kriteriji ocjenjivanja



3

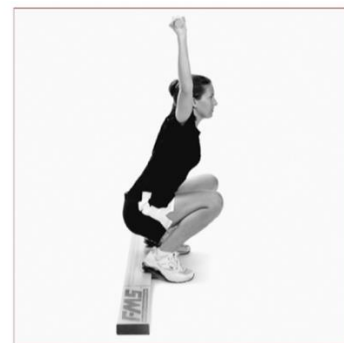


Slika 2. Test duboki čučanj izveden za ocjenu tri

Za ocjenu tri potrebno je zadovoljiti slijedeće kriterije: torakalna kralježnica je paralelna s goljenicom ili teži prema vertikali, bedrena kost je ispod horizontalne linije, projekcija koljena je preko stopala, a šipka je iznad stopala (slika 2).

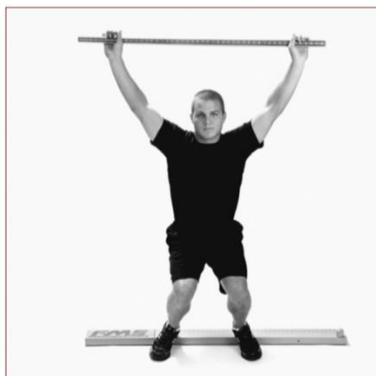


2

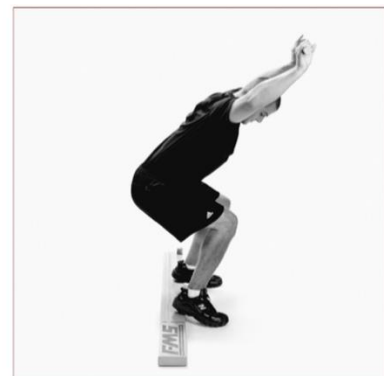


Slika 3. Test duboki čučanj izveden za ocjenu dva

Ocjena dva se dodjeljuje ukoliko ispitanik zadovoljava sve kriterije kao za ocjenu tri, ali su pete postavljene na povišenje (slika 3).



1



Slika 4. Test duboki čučanj izveden za ocjenu jedan

Ocjena jedan se dodjeljuje ukoliko ispitaniku goljenica i torakalna kralježnica nisu paralelni, bedrena kost nije ispod horizontalne linije, koljena nisu u projekciji stopala, postoji lumbalna fleksija. Pete su na povišenju (slika 4). Ocjena nula se dodjeljuje ukoliko je prisutna bok kod izvođenja testa (Cook i sur., 2006).

### 1.1.7. Prekorak – PR

#### Opis

Na početku se uzima visina ispitanikove goljenične izbočine kako bi se mogao započeti test. Ispitanik prislanja vanjski rub potkoljenice na bazu prepreke u razini sa jednim od okomitih dijelova prepreke radi određivanja visine prepreke. Zatim se namješta visinu prepreke na razinu centra ispitanikove goljenične izbočine. Nakon što su podešena oba kraja prepreke, započinje test.

Ispitanik staje točno iza centra baze prepreke sa stopalima u doticaju sa bazom prepreke. Šipka se postavlja preko ramena iza vrata, a ruke se oslanjaju na šipku. Ispitanika se upućuje da napravi korak preko prepreke i da dotakne petom pod, pa zatim vrati nogu natrag istim putem. Prilikom pokreta trebao bi održavati uspravnu kralježnicu. Prekorak se izvodi kontrolirano i polagano (Cook i sur., 2006)

#### Kriteriji ocjenjivanja

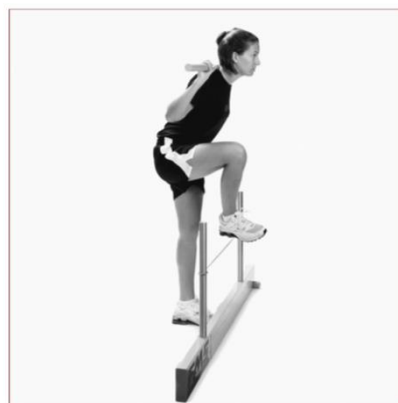


Slika 5. Test prekorak izveden za ocjenu tri

Ocjena tri se dodjeljuje ukoliko su zadovoljeni slijedeći kriteriji: kukovi, koljena i skočni zglobovi su u sagitalnoj ravnini. U slabinskom dijelu kralježnice primjećuje se minimalan ili nikakav pokret. Šipka i prepona su paralelne (slika 5).



2

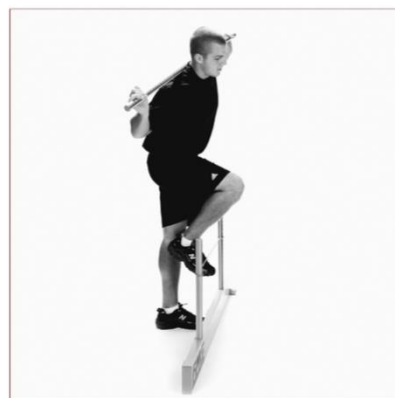


Slika 6. Test prekorak izveden za ocjenu dva

Ocjena dva se dodjeljuje ukoliko su zadovoljeni slijedeći kriteriji: kukovi, koljena i skočni zglobovi nisu u ravnini. Primjećuje se pokret u slabinskom dijelu kralježnice. Šipka i prepona nisu paralelne (slika 6).



1



Slika 7. Test prekorak izveden za ocjenu jedan

Ocjena jedan se dodjeljuje ukoliko su zadovoljeni slijedeći kriteriji: postoji kontakt stopala i prepone, primjećuje se značajan gubitak ravnoteže (slika 7). Ukoliko ispitanik osjeti bol tokom izvođenja testa ocjena je nula (Cook i sur., 2006).

#### 1.1.8. Iskorak na liniju – INL

##### Opis

Za ovaj test potrebna je visina od poda do ispitanikove tibijalne izbočine. Tu mjeru koristimo kako bi na dasci za testiranje odredili duljinu stava koju ispitanik treba zauzeti.

Jedno stopalo se nalazi na početku mjerne skale, a stopalo druge noge se postavlja tako da petom dotiče mjeru koja označava duljinu od poda do goljenične izbočine.

Šipka se postavlja na leđa i dotiče glavu, torakalnu kralježnicu i križnu kost. Ispitanikova ruka koja je suprotna prednjoj nozi drži šipku u razini cervikalne kralježnice, a druga ruka hvata šipku na razini lumbalne kralježnice. Šipka mora ostati u vertikalnoj poziciji kroz spuštanje i podizanje za vrijeme testa.

Da bi se izveo iskorak na liniju, ispitanik spušta koljeno stražnje noge i dotiče dasku iza pete prednje noge i vraća se u početni položaj istim putem.

#### Kriteriji ocjenjivanja



Slika 8. Test iskorak na liniju izveden za ocjenu tri

Ocjena tri se dodjeljuje ukoliko postoji minimalan ili nikakav pokret trupa. Šipka ostaje u doticaju s trupom i u vertikalnom položaju, stopala ostaju u sagitalnoj ravnini na dasci, koljeno dodiruje dasku iza pete noge koja je iskoračila.



Slika 9. Test iskorak na liniju izveden za ocjenu dva



Ocjena dva se dodjeljuje ukoliko se primijeti pokret trupa, kontakt šipke i trupa se ne održava, stopala nisu u sagitalnoj ravnini, koljeno ne dodiruje dasku iza pete noge koja je iskoračila ili stopala ne ostaju u sagitalnoj ravnini.



Slika 10. Test iskorak na liniju izveden za ocjenu jedan

Ocjena jedan se dodjeljuje ukoliko ispitanik izgubi ravnotežu. Ocjena nula se dodjeljuje ukoliko ispitanik osjeti bol prilikom izvođenja testa (Cook i sur., 2006).

#### **1.1.9. Dohvatni test pokretljivosti ramena – DTPR**

Opis i kriteriji ocjenjivanja

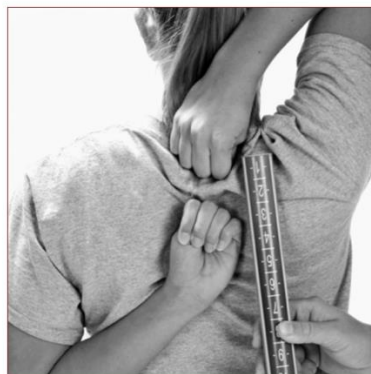
Prvo je potrebno odrediti duljinu ispitanikovog dlana koja se mjeri od sredine zgloba šake do najduljeg prsta. Ispitanik stoji sa spojenim stopalima i stisne prste u šaku na način da su palčevi unutar šake. Ispitanik zatim istovremeno dohvaća jednom rukom iza vrata, a drugom rukom iza leđa zauzimajući maksimalno aduciranu, flektiranu i unutarnje rotiranu poziciju jednog ramena i maksimalno abduktiranu i vanjsko rotiranu poziciju drugog.

Za vrijeme testa ruke se trebaju pomicati u tečnim i polaganim pokretom. Mjeri se udaljenost između dvije najbliže točke ruku da bi se odredio ispitanikov simetrični dohvat. Ispitanik izvodi test maksimalno tri puta sa svake strane.

Ukoliko je prostor na leđima između dvije najbliže točke šaka manji od izmjerene duljine ispitanikovog dlana, dodjeljuje se ocjena tri (slika 11). Ukoliko je taj prostor manji od duljine jedne i pol duljine ispitanikovog dlana, dodjeljuje se ocjena dva, a ukoliko je veći

dodjeljuje se ocjena jedan. Ocjena nula se dodjeljuje ukoliko ispitanik osjeća bol prilikom izvođenja testa (Cook i sur., 2006).

3



Slika 11. Dohvatni test pokretljivosti ramena izveden za ocjenu tri

#### **1.1.10. Aktivno podizanje noge – ASLR**

Opis i kriteriji ocjenjivanja

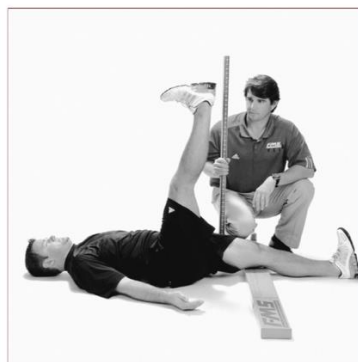
Ispitanik leži na leđima s rukama uz trup, palčevima prema gore i glavom pognutom na pod. Daska za testiranje se postavlja ispod koljena. To može biti FMS daska ili druga daska sličnih dimenzija. Oba stopala bi trebala biti u neutralnoj poziciji i okomito prema podu.

Potrebno je pronaći sredinu između velikog obrtača bedrene kosti i sredine koljena, te postaviti štap na to mjesto okomito s tlom. Nakon toga ispitanik podiže pruženu nogu koju testiramo.

Za vrijeme testa koljeno suprotne noge treba održavati kontakt s daskom koja je ispod koljena, prsti trebaju ostati usmjereni prema gore u neutralnoj poziciji, a glava ostaje ležati na podu.

Nakon što se dosegne krajnja točka bilježi se pozicija podignutog maleola gležnja naspram suprotne noge. Ukoliko maleol prijeđe šipku, bilježi se ocjena tri. Ako maleol ne prijeđe šipku, šipku pomičemo do razine koljena i ponovno gledamo da li je maleol prešao šipku. Ukoliko prelazi šipku u novoj poziciji dodjeljujemo ocjenu dva. Ukoliko ne prelazi dodjeljujemo ocjenu jedan. Ukoliko ispitanik osjeti bol prilikom izvedbe ovog testa dodjeljuje se ocjena nula (Cook i sur., 2006).

# 3



Slika 12. Test aktivno podizanje noge izveden za ocjenu tri

## 1.1.11. Sklek – SK

### Opis i kriteriji ocjenjivanja

Ispitanik zauzima poziciju ležanja na prsima s rukama pruženim iznad glave. Za vrijeme testa muškarci i žene imaju različite početne položaje. Muškarci počinju s palčevima u visini čela, dok žene počinju test s palčevima u razini brade. Dlanovi se zatim pomiču na niže do razine brade ili ramena ukoliko se ne zadovolje kriteriji za veću ocjenu. Koljena su potpuno opružena, gležnjevi su u prirodnoj poziciji, a stopala okomito na pod.

Ispitanik se upućuje da napravi jedan sklek u zadanom položaju. Tijelo treba podići kao cjelinu; ne bi trebalo doći do uvijanja kralježnice za vrijeme testa. Ukoliko ispitanik ne može napraviti zadani test u početnom položaju, ruke se spuštaju u lakši početni položaj. Ocjena je tri ukoliko su zadovoljeni svi kriteriji na zadanom početnom položaju. Ocjena je dva ako su zadovoljeni kriteriji s rukama na razini brade, ocjena jedan ako ispitanik ne može napraviti pokret, a ocjena nula ukoliko ispitanik osjeti bol prilikom izvedbe testa (Cook i sur., 2006).



Slika 13. Završni položaj izvedbe testa sklek za ocjenu tri kod muškaraca

### 1.1.12. Rotacijska stabilnost – ROT

#### Opis

Osoba stoji u uporu klečećem gdje su nadlaktica i natkoljenica postavljeni okomito na trup. Dlanovi su ispod ramena, a koljena ispod kukova. Iz početne pozicije osoba treba istovremeno flektirati rame i napraviti ekstenziju u kuku na istoj strani. Dozvoljena je minimalna fleksija u kralježnici dok osoba približava lakat koljenu. Ukoliko osoba ne uspije izvesti zadatak za ocjenu tri, test se modificira na način da osoba zauzme isti početni položaj i radi kontralateralni pokret rukom i nogom. Ukoliko je ta izvedba zadovoljena, ocjena je dva, ukoliko nije, dodjeljuje se ocjena jedan.

#### Kriteriji ocjenjivanja



Slika 14. Test rotacijska stabilnost izveden za ocjenu tri

Ispitanik ispravno izvodi unilateralan test. Koljeno i lakat se spajaju ispod trupa nakon čega slijedi ekstenzija bez značajnih rotacija ili gubitka ravnoteže u trupu. Ukoliko su zadovoljeni kriteriji, dodjeljuje se ocjena 3 (slika 14).



Slika 15. Test rotacijska stabilnost izveden za ocjenu dva

Ispitanik ispravno izvodi dijagonalnu poziciju. Koljeno i lakat se dodiruju ispod trupa nakon čega slijedi ekstenzija. Ocjena dva se dodjeljuje ukoliko nije bilo značajnih pomaka ravnoteže i rotacija u trupu (slika 15).



Slika 16. Test rotacijska stabilnost izveden za ocjenu jedan

Ukoliko dođe do značajnog gubitka ravnoteže ili ispitanik ne uspije izvesti dijagonalnu poziciju, dodjeljuje se ocjena jedan (slika 16). Ukoliko je prilikom izvođenja testa ispitanik osjetio bol, dodjeljuje se ocjena nula (Cook, G., i dr., 2006.).

### 4.3. Metode obrade podataka

U skladu sa ciljem istraživanja, izvršit će se i obrada podataka koja će se odnositi na rješavanje sljedećih problema:

- Utvrđivanje centralnih i disperzivnih pokazatelja svih mjerenih varijabli
- Utvrđivanje značajnosti razlika u mjerenim varijablama na među testiranim skupinama atletičara.

Rješavanje ovih problema izvršiti će se na sljedeći način:

- Obzirom na karakteristike dobivenih podataka provjera značajnosti razlika u mjerenim varijablama izvršiti će se neparametrijskim *Kruskal – Wallis* testom
- Ukoliko se utvrdi statistički značajna razlika pristupiti će se naknadnim *Mann - Whitney U* – testovima za uvid u moguće značajnosti razlika među testiranim skupinama bacača, skakača i sprintera.

## 5. Rezultati i rasprava

Za sve ispitanike izračunate su prosječne vrijednosti rezultata, standardna devijacija, minimum i maksimum pojedinih testova za grupu aktivnih atletičara i atletičarki (n = 54, dob 17 – 34 godine) (tablica 1). Ovi rezultati potencijalno mogu poslužiti za usporedbu s ostalim sportovima jer su u analizu uključeni atletičari svih disciplina, uključujući bacače, skakače i sprintere.

Tablica 1. Rezultati deskriptivne statistike

varijable	n	AS	SD	Min	Maks
DČ	54	2,19	0,48	1	3
PR	54	2,69	0,51	1	3
INL	54	2,93	0,26	2	3
DTPR	54	2,50	0,67	1	3
ASLR	54	2,78	0,42	2	3
SK	54	2,54	0,75	1	3
ROT	54	2,09	0,29	2	3

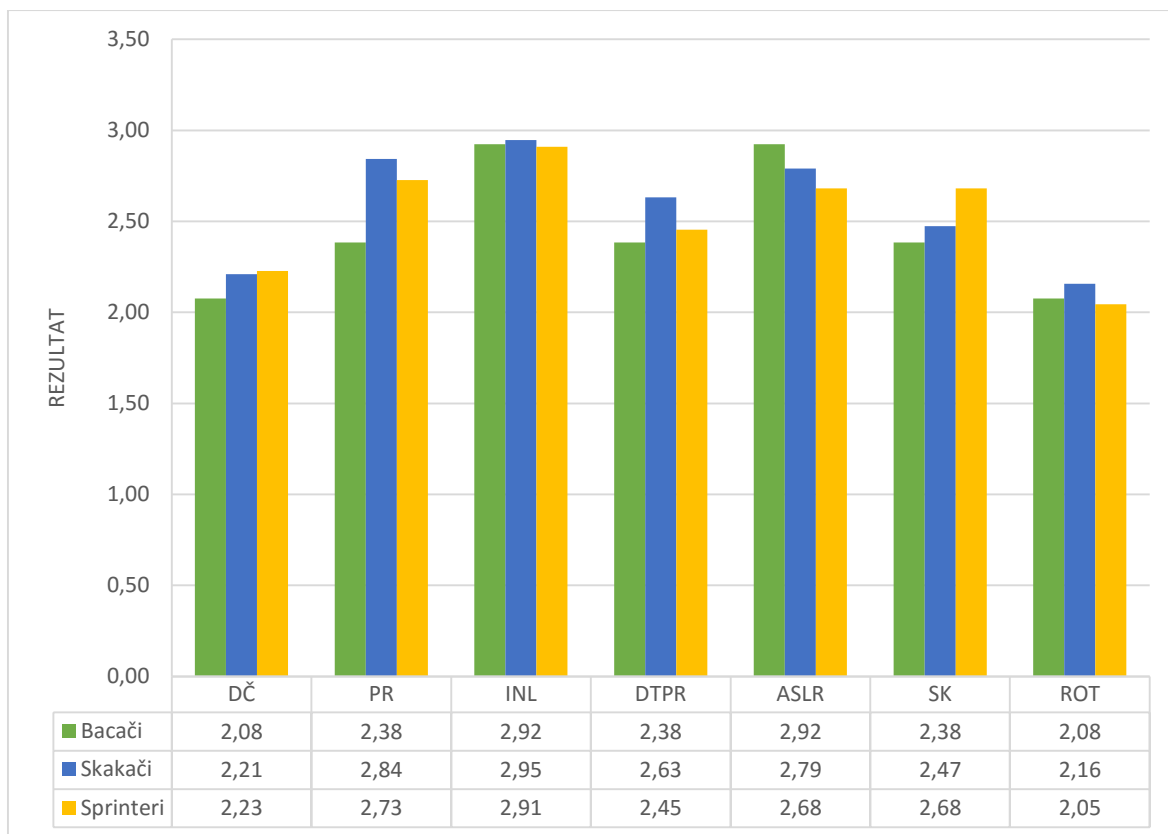
n = broj ispitanika, AS = aritmetička sredina, SD = standardna devijacija, Min = minimum, Maks = maksimum

U usporedbi rezultata s istraživanjem Hotte i sur. (2015) ispitanici u ovom istraživanju pokazali su slične vrijednosti u testovima prekorak, aktivno podizanje noge i sklek, više vrijednosti u testovima iskorak na liniju, duboki čučanj i rotacijska stabilnost, a niži u testu pokretljivosti ramena. Razlike u rezultatima su možda rezultat toga što skupina ispitanika u ovom istraživanju obuhvaća ispitanike iz različitih disciplina i oba spola, dok su u navedenom radu svi ispitanici muškog spola i trkači.

Najviši prosječni rezultati zabilježeni su u testovima iskorak na liniju (INL) i aktivno podizanje noge (ASLR). U trenažnom procesu atletičara zastupljen je velik broj pripremnih vježbi koje od zahtijevaju slične sposobnosti koje se ispituju u izvedbi testa iskorak na liniju, pa je zbog toga moguć visok rezultat u ovom testu. Lysholm i Wiklander (1987) su dokazali da smanjena fleksibilnost mišića stražnje lože može biti rizičan faktor za razvoj ozljeda, a istraživanje koje su proveli Antekolović, Ljubičić i Baković (2014) upućuje na to da je stražnja loža najčešće ozljeđivan dio lokomotornog sustava kod atletičara. Visok rezultat u testu aktivno podizanje noge (ASLR) upućuje na to da su treneri i sportaši svjesni mogućih rizika i u svoj trenažni proces uključuju vježbe za povećanje fleksibilnosti i opsega pokreta mišića stražnje lože. Nizak rezultat u testu rotacijska stabilnost (ROT) može biti uzrok

specifičnosti testa jer je u nekoliko istraživanja na različitim entitetima rezultat u navedenom testu bio najniži (Agresta i sur., 2014; Loudon i sur., 2014; Bardenett i sur., 2015; Hotta i sur., 2015). Nizak rezultat u testu duboki čučanj (DČ) je povezan s rizikom od ozljeđivanja kod atletičara (Hotta i sur., 2015), stoga bi bilo uputno da pojedinci s niskom ocjenom u testu duboki čučanj prođu kroz detaljniju dijagnostiku kako bi se utvrdili ograničavajući faktori za izvedbu ovog fundamentalnog pokreta, a zatim otklonili deficiti kroz korektivni program kako bi se spriječio mogući nastanak ozljede.

Slika 17. Prikaz prosječnih vrijednosti rezultata u testovima za svaku grupu ispitanika





Tablica 2. Rezultati Kruskal – Wallis testa

	DČ	PR	INL	DTPR	ASLR	SK	ROT
$\chi^2$	0,84	5,81	0,22	1,40	2,72	1,78	1,55
df	2	2	2	2	2	2	2
p	0,66	0,05*	0,90	0,50	0,26	0,41	0,46

\*= statistički značajna razlika u testu prekorak (PR),  $p=0,05$

$\chi^2$  = Hi-kvadrat, df = stupnjevi slobode, p = nivo značajnosti

Metoda koja je korištena u daljnjoj obradi podataka je Kruksal – Wallisov test za nezavisne uzorke (Tablica 2). K - W test otkrio je statistički značajnu razliku u izvedbi testa prekorak (PR) kod tri različite grupe atletičara (G1, n=13, G2, n=19, G3, n=22),  $c^2(2, n=54) = 5,81$ ,  $p=0,05$ . Najveći medijan rezultata ima G2 – skakači (Md=31,32), zatim G3 – sprinteri (Md=28,27), zatim G1 - bacači (Md=20,62) (Tablica 3).

Tablica 3. Medijani rezultata grupa ispitanika u testu prekorak (PR)

Test	g	n	Med
PR	G1	13	20,62
	G2	19	31,32
	G3	22	28,27

PR = prekorak, g = grupa, n = broj ispitanika, Med = medijan rezultata, G1 = grupa bacači, G2 = grupa skakači, G3 = grupa sprinteri

Naknadnim Mann – Whitney u – testom provjerene su razine statističke značajnosti razlika među tri testirane grupe ispitanika. M – W u - test je otkrio da je najveći utjecaj na razliku u rezultatima testa prekorak (PR) između skupine bacača (Md=12,77, n=13) i skakača (Md=19,05, n=19),  $U=75$ ,  $z=-2,30$ ,  $p=0,021$ ,  $r=0,4$  (tablica 3). Ostale razlike se nisu pokazale statistički značajne.

Tablica 3. Mann – Whitney U – test za prvu i drugu grupu (bacači i skakači)

Mann-Whitney U	75,00
Wilcoxon W	166,00
Z	-2,30
p	0,02

Z = standardizirana vrijednost rezultata, p = nivo značajnosti

Snaga utjecaja razlike između dvije testirane skupine izračunata je uz pomoć Z-vrijednosti putem formule

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

r - snaga utjecaja; Z – standardizirana vrijednost rezultata; N – broj ispitanika

Snaga utjecaja određena je prema Cohenovom kriteriju (Field, 2009):

- 0,1 = mali utjecaj
- 0,3 = srednji utjecaj
- 0,5 = veliki utjecaj

$$r = \frac{-2,30}{\sqrt{32}} \quad r = -0,41$$

Snaga utjecaja razlike između dvije testirane skupine (bacači i skakači), prema Cohenovom kriteriju, ima srednji do veliki utjecaj.

Grafički prikaz na slici 17 donosi usporedbu rezultata grupa atletičara po testovima. Statistički značajna razlika se utvrdila između grupe bacača i skakača u testu prekorak (PR) (Tablica 3), a u istom testu i sprinteri pokazuju veće prosječne rezultate od bacača. Uzroci takvog rezultata se mogu sagledati s nekoliko aspekata. Test prekorak se izvodi u sagitalnoj ravnini u kojoj se dominantno odvija tehnika skoka u dalj i sprinta, dok atletičari bacači, ovisno o tehnici, tehniku dominantno izvede kroz rotacije u transverzalnoj ravnini. Jedan od razloga može biti i pojava asimetrija koje smanjuju ukupni rezultat u testu, a mogu se razviti kod bacača kao posljedica dugotrajnog korištenja dominantne strane tijela pri izvođenju tehnike. Zanimljivo je da su u testu aktivno podizanje noge bacači pokazali veće prosječne vrijednosti od trkača i sprintera iako pokretljivost kuka u sagitalnoj ravnini nije prisutna kod bacačkih tehnika koliko je kod skakačkih i sprinterskih. Ograničena pokretljivost kuka u sagitalnoj ravnini smanjuje duljinu faze prednjeg zamaha kod trčanja što će dovesti do smanjenja brzine, ali i mogućnosti razvoja ozljede (Renstrom, 1993; Hotta i sur., 2015)

## 6. Zaključak

Primarni cilj ovog diplomskog rada je bio utvrditi FMS metodom postoje li statistički značajne razlike između grupa atletičara bacača, trkača i skakača. Rezultati ukazuju da statistički značajna razlika postoji samo između bacača i skakača u testu prekorak. Mogući uzroci razlike u rezultatima testova mogu biti različiti zahtjevi koje tehnike bacanja i skakanja iziskuju od atletičara. Prekorak ispituje mehaniku tijela kod faze koraka i zamaha dok se testira stabilnost i kontrola kod jednonožnog stava. Ovaj pokret zahtjeva pravilu koordinaciju i stabilnost među kukovima dok jedna noga održava težinu tijela, a druga se slobodno pomiče. Sam test po kretnoj strukturi mnogo više nalikuje na zahtjeve koje trebaju savladati trkači prilikom zaleta i odraza, koji se odvijaju u sagitalnoj ravnini, nego bacači koji često koriste rotacijske tehnike u transverzalnoj ravnini. Velik broj ponavljanja jednakih kretnih struktura jednom rukom, nogom i stranom tijela je češći kod atletičara bacača, što može dovesti do razvoja asimetrija u lokomotornom sustavu, što potencijalno može dovesti do niže ocjene u testu prekorak.

Rezultat u FMS testu dokazano može poslužiti kao prediktor za mogući nastanak ozljede u atletici (Hotta, 2015), kao i potencijalni prediktor razvoja budućih rezultata u atletici (Chapman, 2014). Na temelju rezultata dobivenih ovim istraživanjem za svakog atletičara posebno, u dogovoru s trenerom, može se izraditi korektivni program u svrhu prevencije ozljeda i podizanja fizičke pripremljenosti. Korektivni program vježbi je potrebno individualizirati prema rezultatima testiranja i potrebama sportaša. U korektivnom programu se primarni naglasak stavlja na otkrivanje i otklanjanje bolnih stanja ukoliko postoje. Nakon što se otklone bolna stanja prioritet imaju najveći asimetrični ili unilateralni nedostaci ispred simetričnih, bilateralnih nedostataka. Tek nakon što su otklonjene sve asimetrije radi se korektivni program za postizanje ocjene tri.

## 7. Literatura

1. Anderson, BE., Neumann, ML., Huxel Bliven, KC. (2015). *Functional Movement Screen differences between male and female secondary school athletes*. J Strength Cond Res 29(4): 1098–1106
2. Agresta, C., Slobodinsky, M., Tucker, C. (2014). *Functional movement Screen-Normative values in healthy distance runners*. IntJ Sports Med, 35(14), 1203-7. doi:10.1055/s-0034-1382055
3. Antekolović, Lj., Ljubičić, S., Baković, M. (2014). *Vrste i pojavnost ozljeda u atletici*. Hrvatski športskomedicinski vjesnik, Vol.29, Zagreb
4. Bardenett, SM., Micca, JJ., DeNoyelles, JT, Miller, SD., Jenk, DT., Brooks, GS. (2015). *Functional movement screen normative values and validity in high school athletes: Can the FMStm be used as a predictor of injury?* International Journal of Sports Physical Therapy. 2015;10(3):303-308.
5. Bonazza, NA., Smunin, D., Onks, CA., Silvis, ML., Dhawan, A. (2016). *Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis*. Am J Sports Med. 2016 Apr 29.
6. Chapman, R., Laymon, A., & Arnold, T. (2014). *Functional movement scores and longitudinal performance outcomes in elite track and field athletes*. IntJ Sports PhysiolPerform, 9(2)
7. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., (2006). *Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1*. North American Journal of Sports Physical Therapy. 2006; 1(2): 62-72.
8. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., (2006). *Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 2*. North American Journal of Sports Physical Therapy. 2006; 1(3):132-139.
9. Hotta, T, Nishiguchi, S, Fukutani, N, Tashiro, Y, Adachi, D, Morino, S, Shirooka, H, Nozaki, Y, Hirata, H, Yamaguchi, M, and Aoyama, T., (2015). *Functional movement screen for predicting running injuries in 18- to 24-year-old competitive male runners*. J Strength Cond Res 29(10): 2808–2815
10. IAAF (2015). IAAF Competition Rules 2016-2017, in force from 1 November 2015. /on line/. Skinuto s mreže 20. rujna 2016. s: <https://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/rules-regulations#rules>

11. Leard statistics (2013). *Wilcoxon Signed-Rank Test using SPSS Statistics*. /on line/. S mreže skinuto 20. rujna 2016. s: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/wilcoxon-signed-rank-test-using-spss-statistics.php>
12. Loudon, JK, Parkerson-Mitchell, AJ, Hildebrand, LD, and Teague, C., (2014). *Functional movement screen scores in a group of running athletes*. J Strength Cond Res 28(4): 909–913
13. Lysholm, J and Wiklander, J., (1987). *Injuries in runners*. Am J Sports Med 15: 168–171
14. Renstrom, AF., (1993). *Mechanism, diagnosis, and treatment of running injuries*. Instr Course Lect 42: 225–234, 1993

Slika 1: Sara Kolak - olimpijska pobjednica u bacanju koplja Rio 2016., sa mreže skinuto 20. rujna 2016. sa:

<http://www.slobodnadalmacija.hr/sport/atletika/clanak/id/323755/pogledajte-pobjednicki-hitac-zlatne-sare-kolak>

Slika 2 – 16: FMS scoring criteria, sa mreže skinuto 20. rujna 2016. sa: <http://graycookmovement.com/downloads/FMS%20Scoring%20Criteria.pdf>